

Tekn siA

ISSN No. : 1978 - 8819

Vol. 2 No.13, Tahun VII, September

- **ANALISA KEGAGALAN PROSES FACE MILLING CRANK CASE PADA ROTARY MILLING MACHINE** 1
Oleh *Hendri Van Hoten, Teknik Mesin, UNIB*
- **EXPERIMENTAL STUDIES SYSTEM OF REFRIGERATION USING R134a REFRIGERANT TYPE** 13
Oleh *Angky Puspawan, Teknik Mesin, UNIB* ✓
- **STUDI PENGARUH FRAKSI VOLUME dan SUSUNAN SERAT TERHADAP SIFAT MEKANIS KOMPOSIT POLIMER BERPENGUAT SERAT PANDAN LAUT (PANDANUS TECTORIUS)** 23
Oleh *Hendri Hestianwan [1], Dwi Kurniawanto [2], Teknik Mesin, UNIB*
- **PENGARUH KERENGANGAN CELAH KATUP TERHADAP PERFORMA MOTOR BAKAR EMPAT LANGKAH** 31
Oleh *Agus Nuramal [1], Yovan Witanto [2], Teknik Mesin, UNIB*
- **PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI DAN PERINGATAN GEMPA BERPOTENSI TSUNAMI DENGAN TRANSMISI SINYAL AUDIO MELALUI MEDIA JALA-JALA LISTRIK** 37
Oleh *Irnanda Priyadi [1], Meiky Enda Wijaya [2], Teknik Mesin, UNIB*
- **EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL JALAN DANAU KOTA BENGKULU** 53
Oleh *Samsul Bahri [1], Mawardi [2], Lestari [3], Teknik Sipil, UNIB*
- **PENGARUH NILAI KEKASARAN PERMUKAAN AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN BETON** 63
Oleh *Mawardi, Teknik Sipil, UNIB*
- **PERANCANGAN ALAT PEMBERIAN PAKAN AYAM KAMPUNG OTOMATIS BAGI PETERNAK BERSKALA KECIL** 73
Oleh *Faisal Hadi [1], Reza Satria Rinaldi [2], Afit Mirianto [3], Teknik Sipil, UNIB*

Experimental Studies System of Refrigeration Using by 134a Refrigerant Type

Angky Puspawan

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Bengkulu
Jalan W.R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371A
angkypuspawan@yahoo.com

ABSTRACT

Developments in science and technology so rapidly, so many tools and technologies that industry can be created for human needs. Refrigerant is the basic ingredient used in refrigeration systems. Refrigerants containing CFC (Chloro Fluoro Carbon) and HCFC (Hydro Chloro Fluoro Carbon) in fact have a negative impact on the environment which could reduce the ozone layer can cause global warming. Due to the above then be made to regulations that prohibit the use of a compound containing CFC and HCFC. As an alternative substitute materials used R-134a refrigerant is environmentally friendly (without CFC).

Refrigeration is the process of taking heat from one object / part, which causes the temperature of the object/part becomes lower than the ambient temperature in which the object is located.

To find out COP at Refrigerant (Coefficient of Performance at Refrigeration) conducted several phases of pressure knowing that the calculation of (P) and temperature (T) so obtained enthalpy (h) any condition which is used to find heat at evaporator ($q_{\text{Evaporator}}$), work of compresor ($W_{\text{compresor}}$), heat at kondensor ($q_{\text{Condensor}}$). In the process of testing apparatus used in the refrigeration system has not changed.

From the test results, more time is needed then the COP at refrigerant price increases, which amounted to 4.355448 highest COP at refrigerant price at the time (minutes) 80 and 100 while the lowest price for 4.079035 COP at refrigerant at the time (minutes) 10.

Keywords : refrigeration, refrigerant, performance

1. PENDAHULUAN

Dengan semakin berkembangnya pengetahuan manusia di zaman ini, maka banyak alat-alat teknologi dan industri yang dapat diciptakan untuk kebutuhan manusia. Salah satunya adalah sistem refrigerasi dan pengkondisian udara. Bidang refrigerasi dan pengkondisian udara saling berkaitan satu sama lain, tetapi masing-masing mempunyai ruang lingkup yang berbeda. Dimana pengkondisian udara berfungsi sebagai penghangatan, pengaturan kelembaban dan kualitas udara, sedangkan refrigerasi meliputi pengawetan makanan, kimia dan proses industri. Sedangkan kesamaan antara keduanya adalah sebagai pendingin dan pengurangan kelembaban pada pengkondisian udara (Refrigerasi dan

Pengkondisian Udara ; Ir. Supratman Hara :1994).

Penerapan teknik refrigrasi yang terbanyak adalah refrigrasi industri, yang meliputi pemrosesan, pengawetan makanan, penyerapan kalor dari bahan. Alat ini terdiri dari kompresor, evaporator, kondensor dan katup ekspansi. Selain itu, alat ini juga membutuhkan fluida kerja yang disebut dengan refrigeran. Refrigeran adalah salah satu bahan yang sangat dibutuhkan untuk menghasilkan udara yang diinginkan.

Setelah diteliti, ternyata refrigeran yang pertama kali digunakan merupakan refrigeran yang tidak ramah lingkungan, dapat merusak lapisan ozon (O_3) karena mengandung *Cloro-Fluoro-Carbon (CFC)*. Oleh karena itu, dengan

semakin majunya teknologi, para peneliti telah menemukan jenis refrigeran yang ramah lingkungan dan tidak merusak lapisan ozon, tidak mengandung *Cloro-Fluoro-Carbon (Non-CFC)* yang memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan refrigeran sebelumnya. Hal inilah yang menjadi acuan untuk menggunakan refrigeran jenis *R-134a* pada penelitian ini karena mengandung *Non-CFC* dan banyak dijual dipasaran. Refrigeran ini dapat dibedakan berdasarkan zat kimia yang terkandung di dalamnya.

Oleh karena itu melihat dari sisi peranan refrigeran *Non-CFC*, refrigeran yang ramah lingkungan, yaitu refrigeran *R-134a* sangat vital dan menentukan kinerja sistem refrigerasi dalam proses pengawetan makanan, kimia dan proses industri dalam rangka proses pendinginan, yang sangat dibutuhkan oleh kehidupan manusia dan masyarakat luas pada umumnya.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Refrigerasi

Refrigerasi adalah proses pengambilan kalor dari suatu obyek/bagian, yang menyebabkan suhu obyek/bagian tersebut menjadi lebih rendah dari suhu lingkungan dimana obyek tersebut berada. Refrigerasi juga mencakup pula proses untuk mempertahankan tingkat suhu obyek yang didinginkan itu agar tetap lebih rendah dari lingkungannya.

Sistem refrigerasi merupakan sistem yang digunakan sebagai media untuk

memindahkan kalor, yaitu dengan cara menarik kalor dari obyek yang didinginkan, menyalurkan kalor itu, dan kemudian melepaskan ke lingkungan alami, yang suhunya lebih tinggi dari obyek atau benda dari mana kalor tersebut berasal.

Refrigeran adalah suatu senyawa kimia berbentuk zat alir, yang memiliki sifat-sifat termal antara lain: mudah berubah bentuk atau fasa akibat perubahan besaran-besaran fisiknya (suhu dan tekanan). Proses perubahan fasa tersebut melibatkan penyerapan ataupun pelepasan kalor dalam jumlah yang cukup besar. Refrigeran berfungsi sebagai media penukar kalor pada sistem refrigerasi.

Metode pendinginan (refrigerasi) ini akan berhasil dengan menggunakan bantuan zat pendingin (refrigeran). Refrigeran akan bertindak sebagai media penyerap dan pemindah panas dengan cara merubah fasa dari cair menjadi uap dan sebaliknya apabila kondisi tekanan dan temperaturnya diubah.

Dengan semakin majunya teknologi, para peneliti telah menemukan jenis refrigeran yang ramah lingkungan dan tidak merusak lapisan ozon karena tidak mengandung *Cloro-Fluoro-Carbon (Non-CFC)* yang memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan refrigeran sebelumnya.

2.2 Bahan Pendingin (refrigeran)

2.2.1 Bahan Pendingin Mengandung Cloro-Fluoro-Carbon (CFC)

Saat ini, penggunaan bahan pendingin mengandung CFC pada lemari es mulai berkurang di pasaran. Bahan pendingin mengandung CFC ditenggarai dapat merusak lapisan ozon (O_3) dan tidak ramah lingkungan. Contoh bahan pendingin yang mengandung CFC dan banyak digunakan dalam sistem pendingin lemari es adalah refrigeran jenis R-11 dan R-12. Spesifikasi kimia dan fisika R-11 dan R-12 sebagai berikut:

a. Refrigeran jenis (R-11) *Trichloro-Fluoro-Metana* (Cl_3FC) mempunyai spesifikasi kimia dan fisika sebagai berikut:

1. Tidak berwarna.
2. Berbentuk gas cairan yang tidak dapat menyala atau terbakar pada suhu kamar ($27^\circ C$).
3. Bahan ini hanya dapat ditemukan pada kondisi tertentu, yaitu pada konsentrasi ambang sekitar 5 ppm.
4. Berat molekul 1,494 gram/ml (diukur pada suhu $17,2^\circ C$).
5. Titik didih $23,8^\circ C$ dan titik lebur $-111^\circ C$.
6. Dapat larut di air (0,11 gr/100 gr pada suhu $20^\circ C$), alkohol, eter, dan bahan pelarut organik lainnya.

7. $1 \text{ ppm} = 5,61 \text{ miligram/m}^3$ (pada suhu $25^\circ C$ dan tekanan 1 atm).

b. Refrigeran jenis (R-12) *Dichloro-Difluoro-Metana* (Cl_2F_2C) mempunyai spesifikasi kimia dan fisika sebagai berikut:

1. Tidak berwarna dan tidak berbau.
2. Berbentuk gas cairan yang tidak dapat menyala atau terbakar pada suhu kamar ($27^\circ C$).
3. Berat molekul 1,1834 gram/ml (diukur pada suhu $57^\circ C$).
4. Titik didih $-29,8^\circ C$.
5. Titik lebur $-158^\circ C$.

2.2.2 Bahan Pendingin Non-CFC

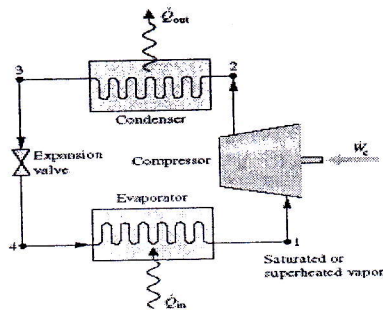
Setelah diadakan penelitian lebih lanjut mengenai pemanasan global (*global warming*) akibat penggunaan refrigeran ber-CFC, para peneliti mengembangkan alternatif bahan pendingin yang ramah lingkungan. Untuk itu, penggunaan R-11 dan R-12 digantikan dengan penggunaan R-134a merupakan salah satu jenis bahan pendingin yang tidak mengandung *cloro-fluoro-carbon* (*Non-CFC*). Yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a. Tidak berwarna dan memiliki bau seperti eter.
- b. Berbentuk gas cairan yang tidak dapat menyala pada suhu kamar ($27^\circ C$).
- c. Tidak merusak lapisan ozon (O_3).

- d. Titik didih $-26,1^{\circ}\text{C}$.
- e. Suhu kritis $101,1^{\circ}\text{C}$.
- f. Tekanan kritis $4,06\text{ MPa}$

2.3 Sistem Refrigerasi Kompresi Uap

Sistem kompresi uap adalah dasar sistem refrigerasi dengan komponen kompresor, kondensor, alat ekspansi (*throttling device*) dan evaporator, gambar 2.1 dibawah ini.



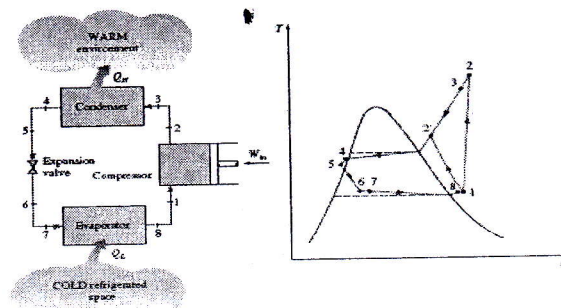
Gambar 2.1 Sistem Refrigerasi Kompresi Uap

Siklus refrigeran sistem kompresi uap yang sederhana (standar) adalah merupakan siklus teoritis, dimana pada siklus tersebut mengasumsikan beberapa proses sebagai berikut:

- Proses 1-2 : proses *adiabatik* dan *reversible*, dari uap jenuh menuju ke tekanan kondensor.
- Proses 2-3 : pelepasan kalor *reversible* pada tekanan konstan, menyebabkan penurunan panas lanjut (*desuperheating*) dan pengembunan refrigeran

- Proses 3-4 : proses ekspansi *non-reversible* pada entalpi konstan, dari fase cairan jenuh menuju tekanan evaporator
- Proses 4-1 : proses penambahan kalor *reversible* pada tekanan konstan yang menyebabkan terjadinya penguapan menuju uap jenuh.

2.6 Siklus Termodinamika



Gambar 2.6 Siklus Termodinamika Sistem Pendingin Kompresi Uap

a. Proses kompresi (1-2)

Proses ini berlangsung di kompresor secara *isentropik adiabatik*. Kondisi awal refrigeran pada saat masuk di kompresor adalah uap bertekanan rendah, setelah dikompresi refrigeran menjadi uap bertekanan tinggi. Oleh karena proses ini dianggap *isentropik*, maka temperatur ke luar kompresor pun meningkat.

Kerja kompresi (kJ/kg) merupakan perubahan entalpi pada proses 1-2 atau $h_2 - h_1$. sehingga kerja kompresi ($W_{\text{kompresor}}$) sama dengan:

$$W_{\text{kompresor}} = h_2 - h_1 \text{ (kJ/kg) ... (2.1)}$$

$W_{\text{kompresor}}$ = besarnya kerja kompresi yang dilakukan oleh kompresor (kJ/kg)

h_1 = entalpi refrigeran saat masuk kompresor (kJ/kg)

h_2 = entalpi refrigeran saat keluar kompresor (kJ/kg)

b. Proses Kondensasi (2 - 3)

Proses ini berlangsung di kondensor. Refrigeran yang bertekanan dan bertemperatur tinggi keluaran dari kompresor melepaskan kalor sehingga fasanya berubah menjadi cair. Hal ini berarti bahwa di kondensor terjadi penukaran kalor antara refrigeran dengan udara, sehingga panas berpindah dari refrigeran ke udara pendingin dan akhirnya refrigeran mengembun menjadi cair.

Besar panas refrigeran yang dilepaskan di kondensor dinyatakan sebagai :

$$q_{\text{Kondensor}} = h_2 - h_3 \text{ (kJ/kg)...(2.2)}$$

$q_{\text{Kondensor}}$ = besarnya panas yang dilepas di kondensor (kJ/kg)

h_2 = entalpi refrigeran saat masuk kondensor (kJ/kg)

h_3 = entalpi refrigeran saat keluar kondensor (kJ/kg)

c. Proses Ekspansi (3 - 4)

Proses ini berlangsung secara *isoentalpi*, hal ini berarti tidak terjadi penambahan entalpi tetapi terjadi penurunan tekanan (*pressure drop*) dan penurunan temperatur. Proses penurunan tekanan terjadi pada katup ekspansi yang berbentuk pipa kapiler atau *orifice* yang berfungsi mengatur laju aliran refrigeran dan menurunkan tekanan.

$$h_3 = h_4 \text{ (kJ/k)...(2.3)}$$

h_3 = entalpi refrigeran saat keluar kondensor (kJ/kg)

h_4 = entalpi refrigeran saat masuk evaporator (kJ/kg)

d. Proses Evaporasi (4 - 1)

Proses ini berlangsung di evaporator secara *isobar* dan *isothermal*. Refrigeran dalam wujud cair bertekanan rendah menyerap kalor dari lingkungan/media yang didinginkan sehingga wujudnya berubah menjadi gas bertekanan rendah. Kondisi refrigeran saat masuk evaporator sebenarnya adalah campuran cair dan gas.

Besarnya kalor yang diserap oleh evaporator adalah :

$$q_{\text{Evaporator}} = h_1 - h_4 \text{ (kJ/kg)..(2.4)}$$

$q_{\text{Evaporator}}$ = besar kalor diserap evaporator (kJ/kg)

h_1 = harga entalpi luar evaporator (kJ/kg)

h_4 = harga entalpi masuk evaporator (kJ/kg)

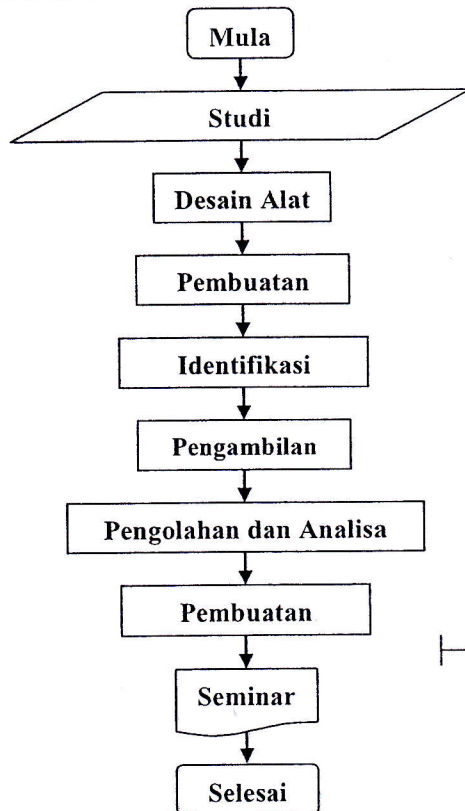
Koefisien prestasi dari sistem refrigerasi adalah perbandingan besarnya gas yang diserap dari ruang pendingin (efek refrigerasi) dengan besarnya kerja yang dilakukan oleh kompresor. Koefisien kerja refrigerasi (COP_R) dirumuskan sebagai berikut:

$$COP_R = \frac{q_{\text{evaporator}}}{w_{\text{kompresor}}} \dots\dots(2.5)$$

$$COP_R = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \dots\dots(2.6)$$

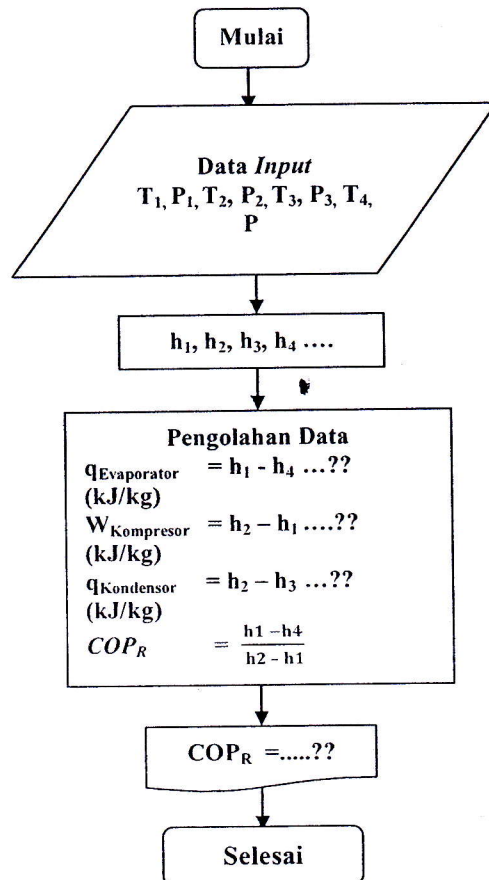
3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

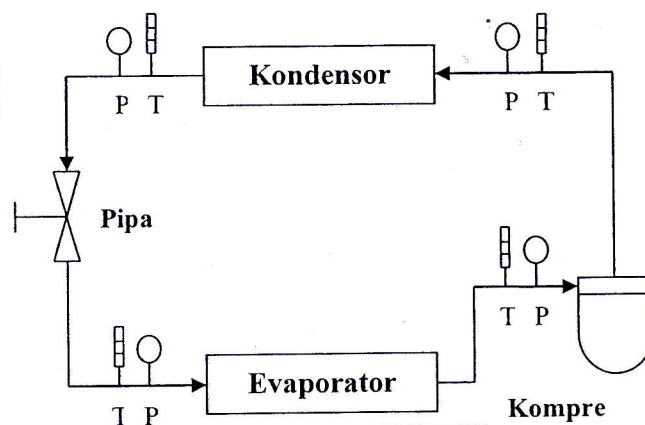


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Diagram Alir Perhitungan



3.3 Skema Titik Pengukuran Alat Uji Refrigerasi



Gambar 3.3 Ilustrasi Instalasi Pengujian Sistem Refrigerasi

3.4 Prosedur Pengujian

Beberapa langkah kerja/prosedur untuk mendapatkan data parameter sistem refrigerasi :

- a. Menghidupkan kompresor pada posisi *on*
- b. Menunggu hingga kondisi konstan (*steady*)
- c. Mencatat parameter sistem refrigerasi.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Dari data hasil pengujian yang dilaksanakan di *Workshop* Teknik Mesin Universitas Bengkulu, diperoleh data hasil pengujian seperti tabel 4.1 di bawah ini:

Tabel 4.1 Data hasil pengujian

No	Kondisi								
	Kompresor		Kondensor		Katup Ekspansi		Evaporator		T _{Eva} p
	P ₂ (MPa)	T ₂ (°C)	P ₃ (MPa)	T ₃ (°C)	P ₄ (MPa)	T ₄ (°C)	P ₁ (MPa)	T ₁ (°C)	(°C)
1	1,501	59	1,401	35	0,176	-8,5	0,181	-8	4,5
2	1,551	60	1,501	35	0,176	-8	0,181	-7,5	3,5
3	1,526	59	1,401	35	0,176	-8	0,181	-7,5	2,5
4	1,541	60	1,401	35	0,176	-8	0,181	-7,5	1,5
5	1,541	60	1,401	35	0,176	-7,5	0,181	-7	1
6	1,511	60	1,401	35	0,176	-7,5	0,181	-7	0
7	1,511	60	1,401	35	0,176	-7,5	0,181	-7	0
8	1,541	59,25	1,401	35	0,176	-7	0,181	-6,5	-1
9	1,526	60	1,401	35	0,176	-7	0,181	-6,5	-1,5
10	1,541	59,2	1,401	35	0,176	-7	0,181	-6,5	-2

4.2 Perhitungan Data Hasil Penguji

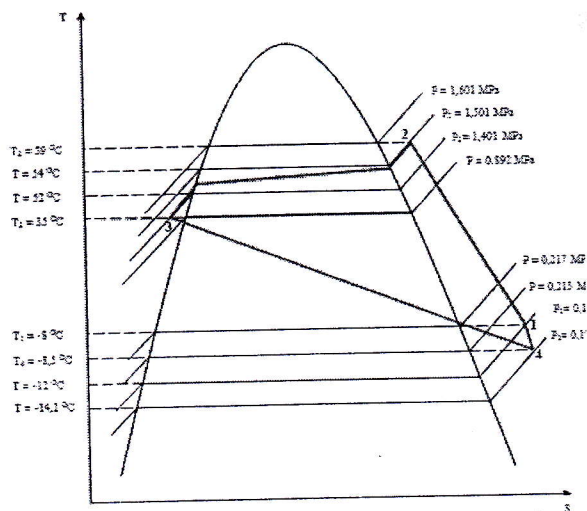
Contoh data perhitungan yang dipakai pada perhitungan di bawah ini diambil dari pengujian pertama dengan data seperti pada tabel 4.2 di bawah ini :

Tabel 4.2 Contoh Data Perhitungan

Pengujian pertama	
Tekanan (P) (MPa)	Temperatur (T) (°C)

P ₁ = 0,181	T ₁ = -8
P ₂ = 1,501	T ₂ = 59
P ₃ = 1,401	T ₃ = 35
P ₄ = 0,176	T ₄ = -8,5

Dari data hasil pengujian alat uji sistem refrigerasi pada data pertama dapat digambarkan pada diagram T-s di bawah ini.



Gambar 4.2 Diagram T-s Data Hasil Pengujian

4.2.1 Menentukan Harga Entalpi (h)

Untuk menentukan harga entalpi (h), dapat dilihat pada tabel *properti* (sifat-sifat) R-134a. Dari tabel tersebut (yang terdapat pada lampiran), maka didapatkan nilai entalpi pada setiap *state*.

State 1: $P_1 = 0,181 \text{ MPa}$ } $h_1 = 243,753$
 kJ/kg Tabel R-134a A-13 (Interpolasi)
 $T_1 = -8 \text{ }^\circ\text{C}$ (superheated
 refrigerant) hal. 22

State 2: $P_2 = 1,501 \text{ MPa}$ } $h_2 = 279,294$
 kJ/kg Tabel R-134a A-13 (Interpolasi)
 $T_2 = 59 \text{ }^\circ\text{C}$ (superheated
 refrigerant) hal. 23

State 3: $P_3 = 1,401 \text{ MPa}$ } $h_3 = h_f @ 35 \text{ }^\circ\text{C}$
 $= 98,78 \text{ kJ/kg}$ Tabel R-134a A-11
 $T_3 = 35 \text{ }^\circ\text{C}$ Interpolasi
 (saturated refrigerant) hal. 20

State 4: $h_4 \cong h_3$ (throttling) } $h_4 = h_3 = 98,78$
 kJ/kg Tabel R-134a A-11

4.2.2 Menentukan Harga Panas yang di Serap Evaporator.

Untuk menentukan harga panas yang diserap oleh evaporator ($q_{\text{Evaporator}}$) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.4 sebagai berikut:

$$q_{\text{evaporator}} = (h_1 - h_4)$$

$$q_{\text{evaporator}} = (243,753 - 98,78) \text{ kJ/kg}$$

$$q_{\text{evaporator}} = 144,97 \text{ kJ/kg}$$

4.2.3 Menentukan Kerja Kompresor

Untuk menentukan kerja kompresor ($W_{\text{Kompresor}}$) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$W_{\text{kompresor}} = (h_2 - h_1)$$

$$W_{\text{kompresor}} = (279,294 - 243,753) \text{ kJ/kg}$$

$$W_{\text{kompresor}} = 35,541 \text{ kJ/kg}$$

4.2.4 Menentukan Panas yang Dilepaskan Kondensor

Untuk menentukan panas yang dilepaskan kondensor ($q_{\text{Kondensor}}$) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2 sebagai berikut:

$$q_{\text{condensor}} = (h_2 - h_3)$$

$$q_{\text{condensor}} = (279,294 - 98,78) \text{ kJ/kg}$$

$$q_{\text{condensor}} = 180,514 \text{ kJ/kg}$$

4.2.5 Menentukan Nilai Coefficient Of Performance Refrigeration (COP_R)

Untuk menentukan nilai Coefficient Of Performance Refrigeration (COP_R) dapat dihitung dengan persamaan 2.6 sebagai berikut :

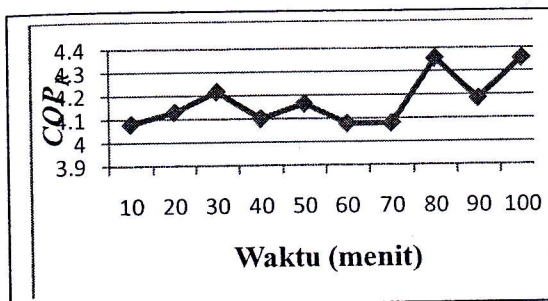
$$COP_R = \frac{q_{\text{evaporator}}}{W_{\text{kompresor}}}$$

$$COP_R = \frac{(h_1 - h_4)}{(h_2 - h_1)}$$

$$COP_R = \frac{144,97 \text{ kJ/kg}}{35,541 \text{ kJ/kg}}$$

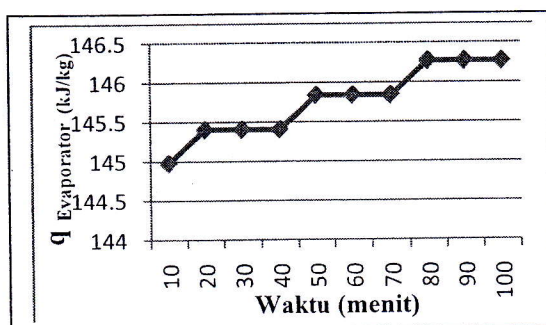
$$COP_R = 4,079035$$

4.3 Pembahasan



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Waktu (menit) terhadap COP_R

Gambar 4.4 grafik perbandingan antara Waktu (menit) terhadap COP_R , dimana pada grafik terlihat semakin lama waktu yang dibutuhkan maka nilai COP_R semakin meningkat tetapi tidak terlalu signifikan. Dimana pada grafik terlihat bahwa hubungan tersebut *fluktuatif* terhadap waktu (menit). Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu maka efek refrigeran ($q_{\text{Evaporator}}$) akan semakin tinggi yang menyebabkan terjadinya bunga es di dalam evaporator. Pada grafik dapat kita lihat nilai COP_R tertinggi terdapat pada menit ke 100 dengan nilainya sebesar 4,355448 dan terendah sebesar 4,077618 pada waktu 50 dan 60 menit.



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Waktu (menit) terhadap $q_{\text{Evaporator}}$

Pada gambar 4.5 grafik hubungan Waktu (menit) terhadap $q_{\text{Evaporator}}$ dengan, dimana dapat kita amati bahwa semakin lama waktu maka harga $q_{\text{Evaporator}}$ akan meningkat tetapi peningkatan yang terjadi tidak terlalu signifikan. Hal ini terjadi karena waktu yang lama tersebut telah menimbulkan perubahan suhu di dalam evaporator. Di dalam evaporator telah timbul bunga es yang lama-kelamaan akan menjadi batu es. Oleh karena itulah $q_{\text{Evaporator}}$ semakin meningkat. Pada grafik dapat kita lihat nilai $q_{\text{Evaporator}}$ tertinggi terdapat pada menit ke 80-100 dengan nilainya sebesar 146,27 kJ/kg dan terendah sebesar 144.97 kJ/kg pada waktu 10 menit.

Gambar 4.6 Grafik Hubungan Waktu (menit) terhadap $W_{\text{Kompresor}}$

Pada gambar 4.6 grafik hubungan Waktu (menit) terhadap $W_{\text{Kompresor}}$, dimana semakin lama waktu maka kerja kompresor ($W_{\text{Kompresor}}$) akan semakin ringan. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu maka suhu di dalam evaporator semakin kecil juga sehingga beban pendinginan di dalam evaporator semakin kecil. Pada grafik dapat kita lihat nilai $W_{\text{Kompresor}}$ tertinggi terdapat pada menit ke 60-70 dengan nilainya sebesar 35,765 kJ/kg dan terendah sebesar 33,583 KJ/kg pada waktu 80-100 menit walaupun perbedaan tersebut tidak terlalu signifikan atau terlalu jauh.

5 KESIMPULAN

Dari analisa data perhitungan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Semakin lama waktu pengujian maka harga COP_R semakin meningkat, dimana harga COP_R terendah terdapat pada waktu 10 menit sebesar 4,079035 dan harga COP_R tertinggi terdapat pada waktu 80 dan 100 menit sebesar 4,355448
2. Semakin lama waktu pengujian maka harga $q_{Evaporator}$ semakin meningkat, dimana harga $q_{Evaporator}$ terendah terdapat pada waktu 10 menit sebesar 144,97 kJ/kg dan harga $q_{Evaporator}$ tertinggi terdapat pada waktu 80-100 menit sebesar 146,27 kJ/kg
3. Semakin lama waktu pengujian maka harga $W_{Kompresor}$ semakin menurun, dimana harga $W_{Kompresor}$ terendah terdapat pada waktu 80 dan 100 menit sebesar 33,583 kJ/kg dan harga $W_{Kompresor}$ tertinggi terdapat pada waktu 60-700 menit sebesar 35,765 kJ/kg
4. Semakin besar $q_{Evaporator}$ dan $W_{Kompresor}$ semakin kecil maka harga COP_R yang terjadi akan semakin besar.

6 DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cengel, yunus A and Michael A.Boles, "Thermodynamics An EGINEERING Approach", Mc.Graw-Hill, New York, 1989.
- [2] Hanafi, Nuri, "Mencari dan Memperbaiki Kerusakan Lemari Es", Edisi Ketiga, Kawan Pustaka, Jakarta, 2007.
- [3] Moran, Michael J. dan Shapiro., Howard N, "Fundamentals Of Engineering Thermodynamics", Edisi Kelima, Inggris, 2006.
- [4] Puspawan, Angky, "Kaji Eksperimental Perbandingan Performance Ac Window dengan Menggunakan Refrigeran R-22 dan Hidrokarbon Artek Ar-22 Terhadap Pengaruh Variasi Massa Refrigeran", Teknik Mesin Universitas Diponegoro, Semarang, 2003.
- [5] Stoecker, Wilbert F. dan Jerold W., Jones, "Refrigerasi dan Pengkondisian Udara", Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1987.